

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 456
Πηρομνία 8-7-2014

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΘΕΜΑ: Εφαρμογή της μεθόδου FDR στην άρδευση του φυτού
στέβιας



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-
ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ 2014



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 13072/1
Ημερ. Εισ.: 24/09/2014
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2014
ΔΗΜ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΘΕΜΑ: Εφαρμογή της μεθόδου FDR στην άρδευση του φυτού
στέβιας



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Εξεταστική επιτροπή

**Σακελλαρίου-
Μακραντωνάκη Μ.
Καθηγήτρια Π.Θ.
Επιβλέπουσα**

**Αντωνιάδης Β.
Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ.
Μέλος**

**Χαλκίδης Η.
Λέκτορας Π.Θ.
Μέλος**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγει το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Κατ' αρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου κ. Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, για την συνεχή παρακολούθηση της στο έργο μου, την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη της τόσο κατά την διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών όσο και κατά την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου.

Επίσης, τους κ. Αντωνιάδη Βασίλειο Επίκουρο καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και κ. Χαλκίδη Ηρακλή, Λέκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Τον υπεύθυνο Γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Σουίπα Σπύρο για την άψογη συνεργασία του και όλους του εργαζομένους του αγροκτήματος.

Και τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον μεταπτυχιακό φοιτητή Σωτήρη Κουνή για την πολύτιμη βοήθεια του στις μετρήσεις και στις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να υλοποιηθεί η παρούσα διατριβή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.	5-7
2.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....σελ.	8-25
2.1. Βοτανική κατάταξη.....σελ.	8
2.2. Καταγωγή και διάδοση	σελ. 9
2.3. Προϊόντα και χρήσεις της στέβιας	σελ. 9-13
2.4. Βοτανικοί χαρακτήρες	σελ. 14-18
2.4.1. Φυτό	σελ. 14
2.4.2. Ριζικό σύστημα	σελ. 14
2.4.3. Κοτυληδόνες	σελ. 15
2.4.4. Βλαστοί	σελ. 15
2.4.5. Φύλλα	σελ. 16
2.4.6. Άνθη	σελ. 16-17
2.4.6.1. Ανθήρες, Γύρη, Στίγμα	σελ. 17
2.4.7. Καρπός, Σπόρος	σελ. 17-18
2.5 Βιολογικός κύκλος	σελ. 18
2.6. Απαιτήσεις σε εδαφοκλιματικές συνθήκες	σελ. 18-19
2.7. Σπορεία	σελ. 20-21
2.8. Λίπανση.....σελ.	22
2.9. Ζιζανιοκτονία.....σελ.	22
2.10. Μεταφύτευση	σελ. 23
2.11. Άρδευση	σελ. 23
2.12. Συγκομιδή	σελ. 23-24
2.13. Αποξήρανση	σελ. 24
2.14. Έντομα και ασθένειες	σελ. 24-25
2.15. Προσέλκυση μελισσών και πεταλούδων	σελ. 25
3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....σελ.	25-28
3.1. Γενικά.....σελ.	25-26
3.2. Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης	σελ. 26-27
3.3. Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....σελ.	27-28
3.4. Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....σελ.	28
4.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....σελ.	29-40
4.1. Εισαγωγή.....σελ.	29

4.2. Στοιχεία του πειραματικού αγρού	σελ. 29
4.3. Σχεδιασμός πειραματικού αγρού.....	σελ.30-31
4.4. Εδαφική υγρασία.....	σελ.31-32
4.5. Συσκευή προσδιορισμού του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).....	σελ. 32-33
4.6. Αισθητήρας FDR.....	σελ. 33-35
4.7 Υπολογισμός άρδευσης	σελ. 35-40
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ. 41-47
5.1. Κλιματικά δεδομένα.....	σελ. 41-42
5.2. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)	σελ. 42-44
5.3. Ύψος φυτών	σελ. 45-46
5.4 Δευτερεύοντες κλάδοι φυτών	σελ. 46-47
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ. 48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 49-51

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στέβια είναι ένας μικροσκοπικός θάμνος γνωστός ως *Stevia rebaudiana* Bertoni με προέλευση από την Βραζιλία και την Παραγουάη. Καλλιεργείται σε πολλές περιοχές του κόσμου με κυρίαρχη την Κίνα, ενώ η Ιαπωνία και η Κορέα διαθέτουν την μεγαλύτερη αγορά εκχυλισμάτων. ([http2;3](#))

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν πάνω από 80 γνωστά άγρια είδη *Stevia* που καλλιεργούνται στη Βόρεια Αμερική, το Μεξικό μέχρι την Αριζόνα, το Νέο Μεξικό και το Τέξας. Από αυτά μόνο η *Stevia rebaudiana* και άλλα είδη που τώρα εξαλείφθηκαν φαίνεται να έχουν την φυσική γλυκύτητα η οποία διακρίνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Το μυστικό βρίσκεται σε ένα σύνθετο μόριο αποκαλούμενο στεβιοσίδη που είναι γλυκοζίτης αποτελούμενο από γλυκόζη, σοφορόζη και στεβιόλη. Είναι αυτό το σύνθετο μόριο και διάφορες άλλες σχετικές ενώσεις που προκαλούν την εξαιρετική γλυκύτητα της στέβιας. Το φυτό με τη φυσική του μορφή είναι περίπου 10-15 φορές πιο γλυκό από την κρυσταλλική ζάχαρη.

Η γλυκιά γεύση των φύλλων της είναι γνωστή εδώ και αιώνες στους αυτόχθονες της Ν. Αμερικής που τη χρησιμοποιούν ως φυσικό γλυκαντικό. Τα τελευταία χρόνια το φυτό στέβια και τα γλυκαντικά που προέρχονται από τα φύλλα του τράβηξαν την προσοχή εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης σε τρόφιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη και θερμίδες. Τα φύλλα του φυτού και τα γλυκαντικά που προέρχονται από αυτό έχουν πολλαπλάσια γλυκύτητα από τη ζάχαρη, δεν αποδίδουν ενέργεια (θερμίδες) και δεν περιέχουν υδατάνθρακες ([http 2](#)).

Θεωρείται από πολλούς ως το γλυκαντικό της επόμενης χιλιετίας, όχι τόσο για την γλυκαντική του αξία, όσο για τις μηδενικές του θερμιδικές ιδιότητες και τις ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Μακροχρόνια μειώνει την υψηλή αρτηριακή πίεση και τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, αφού ενεργοποιεί την έκκριση ινσουλίνης. Μαλακώνει τα ανθρώπινα κύτταρα με αποτέλεσμα τη μείωση εγκεφαλικών και καρδιακών επεισοδίων. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητας χρησιμοποιείται και για την παρασκευή καλλυντικών. Εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας, έχει αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριδιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντιογόνες ιδιότητες (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012).

Ο θάμνος *Stevia rebaudiana* Bertoni, ή απλά *Stevia* όπως συνήθως αναφέρεται, πήρε το όνομά του από τον Ελβετό βοτανολόγο Moisés Santiago Bertoni, ο οποίος ήταν ο πρώτος που περιέγραψε το φυτό. Η Στέβια αποτελεί βότανο, το οποίο φυτρώνει ελεύθερα στην Κεντρική και Νότια Αμερική και ανήκει στην ίδια οικογένεια φυτών με το ηλιοτρόπιο και το ραδίκι. Η Στέβια καλλιεργήθηκε εκτενώς, λόγω των γλυκών της φύλλων και χρησιμοποιήθηκε επί αιώνες ως παραδοσιακό γλυκαντικό σε τσάι βοτάνων και άλλα αφεψήματα. Δύο είναι τα κύρια γλυκοσιδικά συστατικά στα φύλλα της: η Στεβιοσίδη και η Ρεμπαουδιοσίδη. Αυτά τα συστατικά έχουν 200-300 φορές πιο γλυκιά γεύση από τη ζάχαρη και, επομένως, μια πολύ μικρή ποσότητα είναι αρκετή, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή γλυκύτητα (<http> 1).

Το 1999, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αρνήθηκε την έγκριση των φυτών Στέβια, καθώς και των αποξηραμένων φύλλων της, ως τρόφιμα ή συστατικά τροφίμων, εξαιτίας της ανεπάρκειας δεδομένων που αποδεικνύουν την ασφάλειά τους. Επομένως, τα τρόφιμα και ροφήματα που περιείχαν το φυτό Στέβια, ή εκχυλίσματά του ως συστατικά, δεν ήταν εγκεκριμένα από την αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Από τότε έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες, με σκοπό τη διερεύνηση της ασφάλειας της Στέβια (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012 ; <http> 1).

Το 2008, η Στέβια εγκρίθηκε στην Αυστραλία και στη Ν. Ζηλανδία και το 2009 κυκλοφόρησαν στην αγορά προϊόντα χωρίς προσθήκη ζάχαρης με γλυκαντικό την Στέβια. Στις 11-11-2011 η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει την έγκριση της Στέβια ως τρόφιμο και ποτό, με αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη τα 4 γραμμάρια γλυκοζίτη ανά κιλό σωματικού βάρους και ανά ημέρα, το οποίο ισοδυναμεί με καθημερινή δόση έως και 240 γραμμάρια για μια γυναίκα 60 κιλών. Έτσι από τις 2-12-2011 με την απόφαση της Ε.Ε. γίνεται πλέον νόμιμη η χρήση στις ευρωπαϊκές χώρες. (Κ. Ζαχοκώστας κ.ά., 2012; <http> 1)

Σήμερα η καλλιέργεια της στέβια στην Ε.Ε. καλύπτει περίπου τα 1.500 στρ., τα οποία υπάρχουν στην Ρωσία, Ισπανία, Γαλλία, Πορτογαλία, Ιταλία και Ελλάδα. Εμπορική καλλιέργεια λέγεται ότι έχει αρχίσει στη Βουλγαρία και στη Τουρκία. Στην Ελλάδα πραγματοποιούνται πειράματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, τα οποία συνολικά καλύπτουν έκταση περίπου τα 40 στρ., ενώ το 2013 μέλη του Αγροτικού

Συνεταιρισμού Στέβιας προχώρησαν στη φύτευση των πρώτων 25 στρεμμάτων. Πρόκειται για αγροτεμάχια που βρίσκονται: Λεοντάρι, Καρποχώρι, Ιτέα, Φανάρι, Καλλιφώνι και Γελάνθη, ενώ θα ακολουθήσει η φύτευση άλλων 25 – 30 στρεμμάτων σε άλλα χωριά του Νομού Καρδίτσας. (Π. Λόλας, 2009;http 4)

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση της άρδευσης και η εφαρμογή νέων τεχνολογιών προγραμματισμού αυτής στην ανάπτυξη του φυτού *Stevia rebaudiana* Bertoni. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, το έτος 2012.

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΕΒΙΑ

2.1 Βοτανική κατάταξη

Η στέβια (*Stevia rebaudiana* Bertoni) (Εικ 2.1) ανήκει στην οικογένεια των αστεροειδών (*Asteraceae*) και συγγενεύει με διάφορα βότανα και άνθη, όπως το χαμομήλι, το εστραγκόν, το αντίδι, το μαρούλι, τη μαργαρίτα, τον ηλιάνθο και τα χρυσάνθεμα. (http 2)



Εικόνα 2.1 (στέβια)

Τα αστεροειδή (*Asteraceae*) ή σύνθετα (*Compositae*) είναι μια από τις μεγαλύτερες οικογένειες αγγειόσπερμων. Προς το παρόν, η οικογένεια περιλαμβάνει περισσότερα από 23.000 είδη δεκτά στην επιστημονική κοινότητα, κατανεμημένα σε 1.620 γένη και 12 υποοικογένειες. Η οικογένεια περιλαμβάνει δέντρα, θάμνους, πόες και αναρριχητικά φυτά. Είναι μονοετή, διετή ή πολυετή. Πολλά έχουν μεγάλα ριζώματα από τα οποία μπορούν να αναπτυχθούν κλώνοι. Τα φύλλα συνήθως είναι απλά και λιγότερο συχνά σύνθετα και διατάσσονται σε αντίθεση, κατ' εναλλαγή ή σπανιότερα σε σπονδύλους. (http 2)

Η βοτανική ταξινόμηση της στέβια φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βοτανική ταξινόμηση της Στέβια (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

Βασίλειο	Plantae
Διαίρεση	Magnoliophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Υποκλάση	Asteridae
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Asteraceae
Γένος	Stevia
Είδος	Stevia rebaudiana Bertoni

2.2 Καταγωγή και διάδοση

Το φυτό στέβια είναι ένας μικρός, πολύκλαδος, φυλλώδης, πολυετής θάμνος που αυτοφύεται ως ιθαγενές είδος, στη Βορειοανατολική Παραγουάη κοντά στα σύνορα με τη Βραζιλία. Το φυτό επί αιώνες χρησιμοποιείτο από ιθαγενείς της Λατινικής Αμερικής και χρειάστηκε πολλά χρόνια, για να γίνει γνωστό στον υπόλοιπο κόσμο. Στην Ευρώπη οι ιδιότητες αυτού του «μαγικού» φυτού (ονομάστηκε αργότερα στέβια) είχαν γίνει γνωστές κατά τον 16^ο αιώνα από το βιβλίο του Ισπανού ιατρού-βοτανολόγου Francisco Hernandez «Φυσική Ιστορία των φυτών της Νέας Ισπανίας», όπου αναφέρει τη χρήση του ως γλυκαντικό και ως ιατρικό φάρμακο με θεραπευτικές ιδιότητες. (W. Lewis, 1982)

Το 1908 ήταν η πρώτη χρονιά που το φυτό αυτό καλλιεργήθηκε και έγινε συγκομιδή του. Από τότε και έπειτα διαδόθηκε σε πολλές περιοχές της νοτίου Αμερικής. Ενώ το 1950, οι Ιάπωνες μετέφεραν το φυτό της Στέβια στην Ιαπωνία, έκαναν έρευνες και πειραματικές καλλιέργειες, ανέπτυξαν πολλές ποικιλίες *Stevia rebaudiana* με μεγαλύτερη περιεκτικότητα στις γλυκαντικές ουσίες Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη. Τελικά ασχολήθηκαν με την καλλιέργεια της σε εμπορική κλίμακα και έκαναν συμβάσεις καλλιέργειας με τους αγρότες της Κίνας.

Τα πρώτα πειράματα στην Ελλάδα για τη στέβια έγιναν το 2006 με τη χρηματοδότηση του ταμείου καπνού. Φορείς ήταν το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το ΕΘΙΑΓΕ με τους Σταθμούς Έρευνας Καρδίτσας και Αγρινίου. Από το 2008 μέχρι το 2011 έγιναν δοκιμαστικές καλλιέργειες σε παραγωγούς στο Καρποχώρι, στην Αγία Παρασκευή του Δήμου Σοφάδων, στην Αγία Μαρίνα του Δήμου Αμφίκλειας και στο Στύρφακα του Δήμου Λαμιαίων. Από τα οποία δείγματα ξηρών φυτών και φύλλων δόθηκαν σε διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα Ελληνικά και ξένα. (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

2.3 Προϊόντα και χρήσεις της στέβια

Η κύρια χρήση της στέβιας είναι η εξαγωγή από τα φύλλα της -χλωρά ή ξηρά- των φυσικών γλυκαντικών ουσιών στεβιοσίδη, ρεμπαουδιοσίδη, κ.ά.. Η στεβιοσίδη μόνη της ή μαζί με τις άλλες γλυκαντικές ουσίες (αναφερόμενη ως στεβιοσίδη) είναι μία λευκή, μικροκρυσταλλική ουσία, όπως και η κοινή ζάχαρη, αλλά με μηδενική θερμιδική αξία και 200-300 φορές πιο γλυκιά, ανάλογα με την συγκέντρωση κάθε μιας από τις γλυκαντικές ουσίες. (Εικ. 2.3.1) (<http> 5)



Εικόνα 2.3.1: Ζάχαρη λευκή από φύλλα στεβία (<http> 6)

Γι' αυτό και η στεβιοσίδη αναφέρεται και ως "ζάχαρη της στέβιας". Η στεβιοσίδη, ρεμπαουδιοσίδη, κάθε μία ή σε συνδυασμό (στεβιοσίδη), μπορεί να αντικαταστήσει την κοινή ζάχαρη σε οποιαδήποτε χρήση της, έχοντας όμως πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη γνωστή μας ζάχαρη και τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες. Τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως χλωρά/ξηρά, τριμμένα ή αλεσμένα, ενώ γίνεται χρήση ακόμη και του εκχυλίσματός τους. Τη ζάχαρη στέβιας μπορούμε να την βρούμε σε λευκό και πράσινο χρώμα. (Εικ. 2.3.2) Τα στελέχη και τα υπολείμματα των φύλλων στέβιας, μετά την εξαγωγή της "ζάχαρης", αποτελούν ζωοτροφή. Άλλες πολύ χρήσιμες φυσικές χημικές ουσίες της στέβιας είναι οι φυτοστερόλες (Ιατρική), η γιββερελλίνη (φυτοορμόνη) η χλωροφύλλη (φυσική χρωστική), κ.ά. Οι μεγαλύτεροι χρήστες της στεβιοσίδης είναι η βιομηχανία τροφίμων-ποτών-ζαχαροπλαστική. Στις Η.Π.Α. επιτρέπεται μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα, ενώ σε άλλες χώρες όπως Ιαπωνία, Κίνα, Ισραήλ, Καναδά, Βραζιλία, κ.ά. ως υποκατάστατο της κρυσταλλικής ζάχαρης, ως συμπλήρωμα διατροφής και δίαιτας. Στην Ε.Ε. στα καταστήματα υγιεινής διατροφής πωλούνται τριμμένα ή αλεσμένα ξηρά φύλλα στέβια, ενώ η διαδικασία έγκρισης χρήσης της στεβιοσίδης είναι σε εξέλιξη. (Π. Λόλας, 2009)



Εικόνα 2.3.2 : Ζάχαρη πράσινη από φύλλα στέβια ([http 7](http://7))

Μπορούμε να βρούμε τα φύλλα του φυτού στέβια χλωρά στο εμπόριο η βρώση των οποίων προκαλεί μια γλυκιά αίσθηση στον ουρανίσκο με μεγάλη διάρκεια.



Εικόνα 2.3.3: Φύλλο στέβια ([http 10](http://10))

Τα ξηρά φύλλα στέβιας είναι μια άλλη μορφή της γλυκαντικής αυτής ύλης στο εμπόριο (Εικόνα 2.3.4). Για περισσότερο γλυκιά γεύση και πιο έντονη, η ξήρανση και σύνθλιψη των φύλλων είναι απαραίτητη. Το ξηρό φύλλο είναι αρκετά πιο γλυκό από ένα φρέσκο και υπό τη μορφή αυτή χρησιμοποιείται στην παρασκευή βοτανικών ροφημάτων. Τα ξηρά φύλλα στέβιας μπορεί να είναι συσκευασμένα σε μεγάλες ποσότητες, σε τσάντες τσαγιού. Μπορεί να είναι και κονιορτοποιημένα. Έχουν πρασινωπό χρώμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικιλία τροφίμων και ποτών, όπως π.χ. του καφέ, των δημητριακών, του τσαγιού, κ.λπ.



Εικόνα 2.3.4: Ξηρά φύλλα στέβιας ([http 8](http://8))

Επίσης η στέβια χρησιμοποιείται υπό μορφή ταμπλετών – δισκίων σε ροφήματα. Τα γλυκαντικά δισκία αυτά τα βρίσκουμε σε πρακτική συσκευασία η οποία είναι ο ευκολότερος τρόπος για να υπολογίζετε τις δόσεις των γλυκαντικών. Για ένα φλιτζάνι καφέ ή τσάι, αρκούν 1-2 δισκία των 60 mg.



Εικόνα 2.3.5: Γλυκαντικά δισκία (<http> 8)

Ακόμη τη βρίσκουμε σε υγρό εκχύλισμα που γίνεται από την ανάμιξη άσπρης συμπυκνωμένης σκόνης με νερό.



Εικόνα 2.3.6: Υγρό συμπυκνωμένο εκχύλισμα στέβια (<http> 9)

Επιπλέον, μπορούμε να βρούμε στο εμπόριο σοκολάτα, μπάρες σοκολάτας και σοκολάτα κουβερτούρα με εκχύλισμα Stevia.



Εικόνα 2.3.7.: Σοκολάτες με εκχύλισμα στέβιας(<http> 8)

Τέλος, έχει και φαρμακευτική χρήση. Η στέβια είναι ένα φυτό με απίστευτη γλυκύτητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια και σε φυτικά προϊόντα, ως τονωτικά για τους διαβητικούς ασθενείς καθώς και σε προϊόντα καθημερινής χρήσης. Τα φύλλα της στέβια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φαρμακευτική χρήση για την αντιμυκητιακή και αντιβακτηριδιακή τους δράση. Προσφέρουν εξαιρετική ανακούφιση στο στομάχι, είναι αποτελεσματικά κατά των ρυτίδων με πίεση των φύλλων πάνω στο δέρμα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης, μια υγρή σακούλα με φύλλα στέβια παρέχει ανακούφιση στα πρησμένα μάτια όπως ακριβώς και το αγγούρι. Έχει ακόμη, θεραπευτική επίδραση πάνω στις κηλίδες, τις πληγές, τα κοψίματα και τις γρατζουνιές. Τέλος έχει αναφερθεί ότι η χρήση στέβια μειώνει τα περιστατικά του κρυολογήματος και της γρίπης. Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τις κύριες φαρμακευτικές χρήσεις της στέβια σε παγκόσμια κλίμακα.

Πίνακας 2: Παγκόσμιες φαρμακευτικές χρήσεις

Βραζιλία	Για τις κοιλότητες, την κατάθλιψη, το διαβήτη, την κούραση, την υποστήριξη καρδιών, την υπεργλυκαιμία, τις μολύνσεις, την παχυσαρκία, την ουρική ανεπάρκεια και ως γλυκαντική ουσία
Παραγουάη	Για διαβήτη και ως γλυκαντική ουσία
Νότια Αμερική	Για διαβήτη, υπέρταση, μολύνσεις, παχυσαρκία και ως γλυκαντική ουσία
Η.Π.Α	Για μύκητες, το διαβήτη, την υπέρταση, την υπεργλυκαιμία, τις μολύνσεις, ως αγγειοδιασταλτική και ως γλυκαντική ουσία

2.4 Βοτανικοί χαρακτήρες

2.4.1 Φυτό

Η στέβια (*Stevia rebaudiana* Bertoni) είναι ένα φυτό ποώδες πολύκλαδο πολυετές, στα μέρη που αυτοφύεται (τροπικά θερμά κλίματα) με ύψος 0,6m και έχει την μορφή ενός πολύφυλλου θάμνου. (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012 ; <http> 4)



Εικόνα 2.4.1.1 : Φυτό στέβιας (<http> 12)

2.4.2 Το ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα είναι πολυετές, οι ρίζες του είναι λεπτές και βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και επιπολαιόριζο τα πρώτα χρόνια καλλιέργειας του. Επειδή έχει επιφανειακές ρίζες δεν αντέχει σε έλλειψη νερού καθώς και σε ισχυρούς ανέμους. Όμως με σωστές καλλιεργητικές φροντίδες και με κούρεμα της κορυφής το ριζικό σύστημα μπορεί να γίνει βαθύτερο, πιο πλούσιο και πολύκλαδο. (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012; Π. Λόλας, 2009)



Εικόνα 2.4.2 .1:Ριζικό σύστημα στέβιας (Π. Λόλας, 2009)

2.4.3 Κοτυληδόνες

Οι κοτυληδόνες είναι σχεδόν στρογγυλές και μοιάζουν πολύ με εκείνες του καπνού, διαστάσεων περίπου 0,5cm(Π. Λόλας, 2009).



Εικόνα 2.4.3.1 : Κοτυληδόνες στέβιας (Π. Λόλας, 2009)

2.4.4 Βλαστοί

Οι βλαστοί αρχικά είναι τρυφεροί και χυμώδεις, έχουν λευκό πυκνό χνούδι και αργότερα γίνονται ημιξυλώδεις. Εύκολα πλαγιάζουν και σπάζουν, τα οποία έχουν ως συνέπεια από τα γόνατα να δίνονται πλάγιοι βλαστοί κατά μήκος του πλαγιασμένου φυτού (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012). Έχει 5-10 ή και περισσότερους βλαστούς ανά φυτό και μπορεί να φτάσουν και τους 20. Ο αριθμός των βλαστών εξαρτάται από τις συνθήκες αύξησης και την ηλικία του φυτού. Σε φυτά δύο ή περισσότερων ετών το στέλεχος που προέρχονται από την αναβλάστηση κάθε Άνοιξη (συνήθως το Μάρτιο) είναι περισσότεροι από ότι σε φυτά του έτους. Οι βλαστοί φτάνουν το ύψος των 50-80cm στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής (Π. Λόλας, 2009).



Εικόνα 2.4.4.1 : Βλαστοί στέβιας ([http13](http://13))

2.4.5 Φύλλα

Το φυτό της στέβια έχει μια εναλλακτική διάταξη των φύλλων, δηλαδή φύονται στο βλαστό σταυρωτά. τα φύλλα είναι μικρά, απλά, άμισχα, λογχοειδή με το μυτερό άκρο να συνδέεται στο στέλεχος και το άλλο άκρο να είναι στρογγυλεμένο, επιμήκη. Το τρίχωμα στην επιφάνεια του φύλου έχει δυο διαφορετικά μεγέθη, οι μεγάλες έχουν μήκος 4-5mm και οι μικρές 2,5mm. Τα φύλλα στέβιας μπορεί να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό σε μέγεθος και ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω πολλών περιβαλλοντικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών του εδάφους, τις μεθόδους άρδευσης, την ηλιακή ακτινοβολία, την καθαρότητα του αέρα, την καλλιεργητικές τεχνικές την επεξεργασία καθώς και την αποθήκευση. Τα φύλλα έχουν μια ευχάριστα γλυκιά, δροσερή γεύση που παραμένει στο στόμα για ώρες (A.Yadav, et.al. 2010).



Εικόνα 2.4.5.1: Φύλλα στέβια (<http> 14)

2.4.6 Άνθη

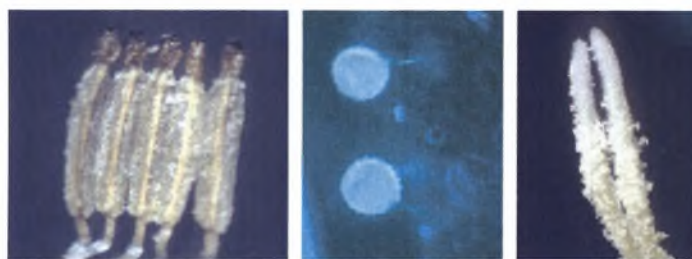
Τα άνθη είναι μικρά (15-17 mm) και λευκά με απαλό μωβ χρώμα στο λαιμό τους. Τα μικροσκοπικά αυτά λουλούδια είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) έχουν και τα δύο αναπαραγωγικά όργανα (θηλυκά - αρσενικά), οι κεφαλές των ανθιδίων σχηματίζουν κορύμβους των 2-6 πετάλων. Το φυτό ξεκινάει την ανθοφορία όταν έχουν σχηματιστεί τέσσερα πραγματικά φύλλα. Παίρνει περισσότερο από ένα μήνα για να περάσει μέσα από τα διάφορα αναπτυξιακά στάδια των λουλουδιών, και να παράγει όλα του τα άνθη (A.Yadav, et.al. 2010).



Εικόνα 2.4.6.1 : Άνθη στέβιας (<http> 15)

2.4.6.1. Ανθήρες, Γύρη, Στίγμα

Οι ανθήρες είναι μικροί πέντε στον αριθμό. Η γύρη είναι ιδιαίτερα αλλεργική. Χρησιμοποιώντας την τεχνική ακετοκαρμίνης παρατήρησαν ότι σε ορισμένα διπλοειδή άτομα του *Stevia rebaudiana* Bertoni η βιωσιμότητα της γύρης ήταν 65%. Το στίγμα είναι διπλο-λοβός /διχαλωτός στη μέση ο οποίος περιβάλλεται από τους ανθήρες. (A.Yadav, et.al. 2010)



Εικόνα 2.4.6.2.1: α) ανθήρες , β) γύρη σε σωλήνα, γ) στίγμα

2.4.7 Καρπός , σπόρος

Ο σπόρος είναι μικρός αχάινιο με μήκος περίπου 3mm σε μήκος. Κάθε αχάινιο έχει πάππο με 20 περίπου τρίχες. Οι σπόροι έχουν ένα πολύ μικρό ενδοσπέρμιο και διασπείρονται στον αέρα μέσω του τριχωτού πάππου. Γόνιμοι σπόροι είναι συνήθως οι σκουρόχρωμοι ενώ οι άγονοι είναι συνήθως ξεθωριασμένοι. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (1000 σπόροι ζυγίζουν περίπου 0.3g) και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φυτά να έχουν αργή ανάπτυξη (J. Brandle and Rosa, 1992). Η απόδοση σε σπόρο που έχει καταγραφεί είναι έως και 8,1kg/ ha , ενώ η παραγωγή

σπόρων σε 1 εκτάριο είναι αρκετή για παραγωγή φύλλων σε 200 εκτάρια (A.Yadav, et.al. 2010).



Εικόνα 2.4.7.1 : Σπόρος, καρπός στέβια (http 16)

2.5 Βιολογικός κύκλος

Ο βιολογικός κύκλος της στέβιας μπορεί να χωριστεί σε πέντε στάδια από τη σπορά στο σπορείο έως την αποξήρανση μετά τη συγκομιδή από τον αγρό.

Αυτά είναι:

- ❖ Στάδιο παραμονής στο σπορείο.
- ❖ Στάδιο μεταφύτευσης και εγκατάστασης στον αγρό.
- ❖ Στάδιο ταχείας ανάπτυξης (έως περίπου 60 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).
- ❖ Στάδιο οικονομικής ωρίμανσης φυτού (60 μέρες από τη μεταφύτευση μέχρι την αρχή της άνθισης).
- ❖ Στάδιο συγκομιδής και αποξήρανσης.

(Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

2.6 Απαιτήσεις σε εδαφοκλιματικές συνθήκες

Το φυσικό περιβάλλον της στέβιας βρίσκεται σε περιοχές που έχουν υποτροπικό κλίμα με μέση θερμοκρασία γύρω στους 25° C, μεγαλώνει σε ελαφρώς αμμώδη, ελαφρώς όξινα εδάφη που περιέχουν λίγη οργανική ουσία και αποδίδει καλύτερα σε

εδάφη με PH από 7 μέχρι 8. Επίσης η βροχόπτωση ή άρδευση πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1.000- 1.500 mm(Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012).

Θερμοκρασίες από 15° έως 30° C θεωρούνται ευνοϊκές για την ανάπτυξη του φυτού. Δεν αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω των -6° C οι οποίες επηρεάζουν το υπέργειο τμήμα και στην συνέχεια επέρχεται η ξήρανση του. Το ριζικό σύστημα αντίθετα φαίνεται να αντέχει σε θερμοκρασίες έως -10° C. Στη χώρα μας συνηθίζεται η σπορά να γίνεται σε σπορεία νωρίς την άνοιξη και στην συνέχεια μετά το πέρας των τελευταίων παγετών να γίνεται η μεταφύτευση τους στον αγρό(Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012).

Η στέβια είναι πολύ ευαίσθητη στο μήκος της ημέρας και απαιτεί παρουσία φωτός από 12-16 ώρες. Οι φυσικοί πληθυσμοί της στέβιας, σε νότιο ημισφαίριο αρχίζουν να ανθίζουν από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο. Αντίστοιχα στο βόρειο ημισφαίριο από Ιούλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Εάν η στέβια αναπτυχθεί σε θερμοκρασία 25° C κάτω από συνεχόμενες μέρες υψηλής ηλιοφάνειας (16 ώρες φωτοπερίοδου) θα παραμείνει σε βλαστικό στάδιο. Από τις απαιτήσεις σε φωτοπερίοδο μπορούμε να συμπεράνουμε πως η καλλιέργεια σε περιοχές με μεγάλη καλοκαιρινή περίοδο θα ήταν ιδανική για υψηλή απόδοση σε στεβιοσίδη αλλά η παραγωγή σπόρου είναι πολύ δύσκολη (A.Yadav, et.al. 2010).

Πίνακας 3: Διάφορες περιοχές που αναπτύσσεται η στέβια και τα κλιματικά τους χαρακτηριστικά.

Περιοχή	Γεωγραφικό πλάτος	Βροχόπτωση	Υψόμετρο	Τοπογραφία
Αγ.Πετρούπολη Ρωσία	60 B	-	<200	Πεδιάδα
Βόρεια Κίνα	45 B	600	<200	Πεδιάδα
Καναδά	43 B	-	250-300	-
Κεντρική Κίνα	32 B	2000	<200	Παράκτια
Καλιφόρνια	38 B	-	<200	-
Ταϊλάνδη	18 B	1260	300	Ορεινά
Βραζιλία	23 N	1620	500	Ορεινά
Ινδονησία	7 N	2300	1000	Επικλινή
Παραγουάη	23 N	1620	500	Ορεινά
Μεξικό	25 B	200	<200	Παράκτια

2.7 Σπορεία

Η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος πολλαπλασιασμού είναι αυτή με τη χρήση σπόρου, ο οποίος –όπως και στον καπνό- δεν τοποθετείται απευθείας στο χωράφι, επειδή οι πιθανότητες φυτρώματος είναι πολύ μικρές. Αυτό βέβαια είναι το βασικό πρόβλημα με την καλλιέργεια της στέβιας, η απευθείας σπορά στο χωράφι είναι ακατάλληλη εξαιτίας του ότι οι σπόροι της είναι εξαιρετικά μικροσκοπικοί σε μέγεθος αλλά και του ότι έχουν περιορισμένη ικανότητα να βλαστήσουν (1gr stevia = 2600 σπόρους stevia). Η λύση λοιπόν σε αυτό το πρόβλημα είναι η παραγωγή σπορόφυτων στέβιας σε ειδικά σπορεία τα οποία θα μεταφυτευτούν στο χωράφι. Βέβαια το 50% το συνολικού κόστους παραγωγής στέβιας προέρχεται από την διαδικασία της μεταφύτευσης αλλά πιο συμφέρον οικονομικά τρόπος δεν έχει βρεθεί.

Για την παραγωγή σπορόφυτων χρησιμοποιούνται τέσσερα είδη σπορειών, τα «παραδοσιακά», τα επιπλέοντα, αυτά με την μέθοδο της υδρονέφωσης και αυτά με τη μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας.

- «Παραδοσιακά»

Θα πρέπει να έχουν πλάτος 1m και μήκος περίπου 10 m και να είναι ελαφρώς υπερυψωμένα, έτσι ώστε να γίνεται καλή στράγγισή τους. Το ύψος τους θα πρέπει να είναι από 10 cm έως 20 cm, ενώ το χώμα του σπορείου θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο, πλούσιο σε οργανική ουσία, καλά αεριζόμενο και απαλλαγμένο από ζιζάνια. Οι σπόροι της στέβιας, λόγω του μικρού μεγέθους τους, θα πρέπει να σπέρνονται στην επιφάνεια του σπορείου και στην συνέχεια να καλύπτονται με τύρφη, ώστε να μην απομακρυνθούν εξαιτίας ενδεχόμενης βροχόπτωσης ή ανέμου, αλλά και να μην φαγωθούν από τα πουλιά. Ποτίζουμε ελαφρά, για να κολλήσει το χώμα με το σπόρο, ενώ τα σπορόφυτα θα είναι στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης για μεταφύτευση 8-10 εβδομάδες μετά τη σπορά τους. Το πότε είναι η κατάλληλη περίοδος σποράς στο σπορείο εξαρτάται από της καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή.

- Επιπλέοντα (float system)

Τα επιπλέοντα σπορεία βρίσκονται μέσα σε θερμοκήπια, όπου υπάρχουν ελεγχόμενες συνθήκες φωτισμού, υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού. Το κόστος σε αυτήν την περίπτωση είναι μικρότερο και τα παραγόμενα φυτάρια διαθέτουν δυνατότερο στέλεχος και πιο ολοκληρωμένο ριζικό σύστημα, γεγονός που περιορίζει στο ελάχιστο την απώλεια φυτών που περιέχουν γλυκαντικές ουσίες. Ταυτόχρονα η καλλιέργεια με επιπλέοντα σπορεία είναι περισσότερο οικολογική διότι αποφεύγεται η απολύμανση και η χρήση φυτοφαρμάκων, ενώ τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι λιγότερα και τοποθετούνται μέσα στο νερό. Τα ειδικά τελάρα που χρησιμοποιούνται από τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι από πολυουρεθάνη, οι κυψελίδες είναι σε μορφή πυραμίδας με βάση τετράγωνη και βάθος όχι λιγότερο από 40 mm, ο όγκος θα πρέπει να είναι από 17 έως 20 cm³, ενώ σε κάθε τρύπα τοποθετείται ένας σπόρος. Τα φυτά πριν από την μεταφύτευση τους στο χωράφι θα πρέπει να κουρευτούν, ώστε αυτά να είναι καλύτερα αερισμένα – λιγότερες πιθανότητες δημιουργίας ασθενειών στον κορμό-, η διάμετρος του στελέχους να αυξηθεί και τα λιγότερο ανεπτυγμένα φυτά να έχουν μικρότερη σκίαση από τα ανεπτυγμένα για να εξασφαλίζεται η ομοιομορφία.

- Υδρονέφωση (fog system)

Τα σπορεία που χρησιμοποιούν την μέθοδο της υδρονέφωσης ουσιαστικά είναι ίδια με τα επιπλέοντα παραπάνω, με την μόνη διαφορά ότι τα τελάρα είναι τοποθετημένα μισό μέτρο πάνω από το έδαφος και η άρδευση, τα θρεπτικά συστατικά και τα φυτοφάρμακα δίνονται μέσω της υδρονέφωσης.

- Ιστοκαλλιέργεια (in vitro)

In vitro μικροπολλαπλασιασμός ονομάζεται η τεχνική παραγωγής φυτικού υλικού από πολύ μικρά τμήματα, προερχόμενα από το μητρικό φυτό, και αναπτύσσονται υπό ασηπτικές συνθήκες μέσα σε δοκιμαστικούς σωλήνες ή δοχεία που ελέγχουμε τις συνθήκες περιβάλλοντος και ανόργανης θρέψης. Στα πλεονεκτήματα είναι η παραγωγή μεγάλου αριθμού νέων φυτών με όμοιο γενότυπο, χωρίς ασθένειες. Ίσως το πιο σημαντικό μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος της μεθόδου.

(Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

2.8 Λίπανση

Σε ορισμένα υποστρώματα που υπάρχουν στην αγορά έχει ήδη προστεθεί λίπασμα, είναι συνεπώς εμπλουτισμένα με θρεπτικά στοιχεία από τον κατασκευαστή, και γι' αυτό δεν χρειάζεται η περεταίρω λίπανση κατά το γέμισμα των δίσκων. Όμως στα μη επιπλέοντα σπορεία η λίπανση θα γίνει μετά το φύτευμα, όταν τα φυτά θα σχηματίσουν τα δύο πρώτα πραγματικά φύλλα και αν χρειαστεί επανάληψη περίπου 10 μέρες πριν τη μεταφύτευση. Η λίπανση γίνεται με νιτρική αμμωνία (1kg/ 100 L νερού) ή νιτρικό κάλιο (2kg /100L νερού) με το νερό του ποτίσματος των φυτών. Αμέσως μετά ακολουθεί ένα ελαφρύ «ξέπλυμα» του λιπάσματος από τα φυτά και αποφυγή έτσι «καψιμάτων». Ίσως σε κάποια υποστρώματα να χρειασθούν 3 λιπάνσεις με διαφορά 10 ημερών η πρώτη από τη δεύτερη. (Π. Λόλας, 2009)

Μεγαλύτερη σημασία από τα τρία στοιχεία άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K) παρουσιάζει ο φώσφορος διότι βοηθάει στη ριζοβολία και η μεγαλύτερη δόση του δεν προκαλεί ζημιά στο φυτό. Εν αντιθέσει με το άζωτο το οποίο μπορεί να προκαλέσει «κάνιμο» στα φυτά ή να τα κάνει ανομοιόμορφα, τρυφερά και λεπτά (σε πυκνά σπορεία) ή χοντρά ανομοιόμορφα (σε αραιά σπορεία)(Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012).

2.9 Ζιζανιοκτονία

Η ζιζανιοκτονία θεωρείται από τις πλέον απαραίτητες καλλιεργητικές εργασίες, διότι τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τη στέβια περιορίζοντας την ανάπτυξη και τη στρεμματική απόδοση όχι μόνο του ξηρού προϊόντος αλλά και των γλυκαντικών ουσιών. Ακόμη δυσχεραίνουν την μηχανική συλλογή, αυτό συμβαίνει γιατί τα ζιζάνια αναπτύσσονται πιο γρήγορα αφαιρώντας θρεπτικά συστατικά, αέρα, ήλιο και νερό από τα φυτά. Τα κύρια ζιζάνια που προκαλούν πρόβλημα στη στέβια είναι τα αγρωστώδη (μουχρίτσα, αγριάδα) και τα πλατύφυλλα (βλίτο, λουβουδία) (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012).

Ωστόσο πρέπει να γίνει γνωστό ότι ζιζανιοκτονία γίνεται στα «παραδοσιακά» σπορεία καθώς στα σπορεία με διάφορες άλλες μεθόδους δεν παρατηρείται πρόβλημα ζιζανίων, γι' αυτό και είναι πιο σύνηθες η παραγωγή φυταρίων σε αυτά (Π. Λόλας, 2009).

2.10 Μεταφύτευση

Η μεταφύτευση των φυταρίων της στέβιας στο χωράφι μπορεί να γίνει όταν η θερμοκρασία του εδάφους σταθεροποιηθεί στους 15° C, και η θερμοκρασία το βράδυ να μην πέφτει κάτω από τους 10° C. Η κατάλληλη περίοδος για την μεταφύτευση είναι στα τέλη του Μαρτίου αφού περάσουν οι τελευταίες παγωνιές. Η εποχή φύτευσης είναι πολύ σημαντικός παράγων για την επιτυχή καλλιέργεια. Το διάστημα μεταφύτευσης μέχρι την συγκομιδή κυμαίνεται από 75-90 ημέρες ([http 13](#)).

Η μεταφύτευση μπορεί να γίνει με τον παραδοσιακό τρόπο δηλαδή με το χέρι ή με φυτευτική μηχανή. Στην περίπτωση του παραδοσιακού τρόπου μεταφύτευσης ανοίγονται τα αυλάκια με το φυτευτήρι τοποθετείτε το φυτό και στην συνέχεια ποτίζεται. Ομοίως έχουμε και στις φυτευτικές μηχανές οι οποίες χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες εκτάσεις για μείωση του κόστους. (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

2.11 Άρδευση

Η άρδευση στην Ελλάδα είναι απαραίτητη για το φυτό της στέβιας. Η έλλειψη νερού επηρεάζει αρνητικά το φυτό, το οποίο αρχικά παρουσιάζει κάμψη μερικών κορυφών και κατόπιν μαρασμό. Μη ωφέλιμη μπορεί να είναι και η υπερβολική άρδευση καθώς μειώνεται η γλυκαντική ουσία του φυτού. Η άρδευση στη στέβια μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, η πλέον κατάλληλη όμως είναι αυτή της στάγδην άρδευσης σε όλα τα αυλάκια. Η ποσότητα του νερού κατά τα ποτίσματα αυξάνετε καθώς αυξάνεται το μέγεθος τους. (Κ.Ζαχοκώστας κ.ά., 2012)

2.12 Συγκομιδή

Ο βέλτιστος χρόνος της συγκομιδής εξαρτάται από την ποικιλία και την εποχή. Τα φύλλα συγκομίζονται με την κοπή των φυτών σε περίπου 5-10 εκατ. επάνω από το έδαφος (Donalisio, M.G. et al., 1982). Εντούτοις αυτό πρέπει να γίνει, στο μέγιστο στάδιο βιομάζας της καλλιέργειας, διαφορετικά η μείωση παραγωγής είναι δυνατή. Δεδομένου ότι η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στη χαμηλή θερμοκρασία, στις κρύες περιοχές, μπορεί να συγκομιστεί πριν από ή στην αρχή του χειμώνα (Columbus, M., 1997). Κατά τη διάρκεια του ανθίσματος, η στεβιοσίδη απομακρύνεται από τα φύλλα, κατά συνέπεια τα φύλλα πρέπει να συγκομιστούν κατά

την διάρκεια εμφάνισης του άνθους (Dwivedi, R.S., 1999) ή πριν ανθίσει (Barathi, N., 2003).

2.13 Αποξήρανση

Η αποξήρανση των φύλλων γίνεται με τρεις μεθόδους :

- Την αποφύλλωση του φυτού η οποία για μεγάλες εκτάσεις απαιτούνται πολλά εργατικά χέρια με κατά συνέπεια το μεγάλο κόστος.
- Τη βραζιλιάνικη μέθοδο, η οποία πραγματοποιείται μηχανικά με τα φύλλα να εισάγονται σε μεγάλους κλιβάνους, στους οποίους επικρατεί υψηλή θερμοκρασία και έντονος αερισμός.
- Τέλος, τη μηχανική συλλογή των φύλλων, όπου τα φύλλα οδηγούνται για μεταποίηση στο εργοστάσιο. Η μέθοδος όμως παρουσιάζει έντονα μειονεκτήματα καθώς τα φύλλα αν δεν μεταφερθούν έγκαιρα στο εργοστάσιο θα «ανάψουν».

2.14 Έντομα και ασθένειες

Οι μύκητες φαίνεται να μην αποτελούν σημαντικό πρόβλημα ωστόσο έχουν γίνει αναφορές:

- Για Σεπτόρια, στην οποία τα φύλλα εμφανίζουν ανοιχτόχρωμες κηλίδες διαφόρων σχημάτων οι οποίες είναι ανοιχτού καφέ χρώματος και στην συνέχεια σκουραίνουν.
- Για Φουζαρίωση, στην οποία παρατηρείται αργό κιτρίνισμα και ξήρανση από την μια πλευρά του φυτού.
- Για Ριζοκτονία, στην οποία ο μύκητας προσβάλλει το στέλεχος στο ύψος του λαιμού και προκαλεί την ασθένεια που είναι γνωστή ως σήψη του λαιμού.
- Για Σκлерωτία, ο μύκητας αυτός προσβάλλει το στέλεχος του φυτού προκαλώντας καφέτιασμα του βλαστού.
- Τέλος, Αδρομύκωση στην οποία ο μύκητας προσβάλλει τον ξυλώδη ιστό του φυτού. (Κ.Ζαχώκωστας κ.ά., 2012)

Τα έντομα φαίνεται να μην αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια της στέβιας. Ειδικότερα η στέβια έδειξε ανθεκτικότητα στις αφίδες, προφανώς λόγω της έντονης γλυκιάς γεύσης της. Επίσης έχει αναφερθεί προσβολή από σαλιγκάρια, μετά από την χειμερία νάρκη, σε νεαρές καλλιέργειες.

2.15 Προσέλκυση μελισσών και πεταλούδων.

Έχει παρατηρηθεί ότι κατά τη διάρκεια της άνθισης τα φυτά της στέβιας «σκεπάζονται» με μέλισσες γεγονός που δείχνει ότι η στέβια είναι ένα μελισσοκομικό φυτό και θα ήταν ενδιαφέρον να δοκιμασθεί η παραγωγή μελιού. Επιπλέον υπήρχε μεγάλη προσέλευση από πεταλούδες (Π. Λόλας, 2009)

3.ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

3.1 Γενικά

Η προσπάθεια για την επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης.

Η στάγδην άρδευση, επιφανειακή ή υπόγεια, ανήκει στις μεθόδους της τοπικής ή μερικής άρδευσης. Έτσι χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι εκείνες, που χορηγούν το νερό κατευθείαν στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνο εκεί, σε αντίθεση με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους, που χορηγούν το νερό σε όλη (κατάκλυση, καταιονισμός) ή σχεδόν όλη (αυλάκια) την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Άλλοι ορισμοί της υπόγειας άρδευσης προϋποθέτουν την παράπλευρη τοποθέτηση λάστιχων κάτω από το κανονικό βάθος οργώματος ή στο βάθος που θα διασφάλιζε την επιβίωση τους κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, υπονοώντας κάποιο βαθμό μονιμότητας.

Ο όρος υπόγεια άρδευση χρησιμοποιείται γενικά τα τελευταία 10-15 χρόνια, για να περιγράψει την εφαρμογή του εξοπλισμού της στάγδην άρδευσης κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις τοπικές αρδεύσεις είναι:

1. Μικρή παροχή νερού (κατώτερη από 12 lt/h).

2. Μερική διαβροχή του εδάφους.
3. Μεγάλη συχνότητα και διάρκεια άρδευσης.
4. Υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση εδαφικής υγρασίας.
5. Τρισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος. (Ν.Μιχελάκης,1998)

3.2 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και την μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς, που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στον αγρό των γεωργικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με διάμετρο 12-25 mm, στους οποίους, σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φθάνει στο έδαφος με την μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Βάση του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Έτσι ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή.

Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτορυθμιζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα.

Ο σχεδιασμός και η λειτουργία των υποεπιφανειακών στάγδην συστημάτων εξελίχθηκαν με τον χρόνο, αλλά διαφέρουν ελάχιστα από τα επιφανειακά συστήματα, εκτός από τα τρία σημαντικά κριτήρια:

1. Πρέπει να τοποθετούν βαλβίδες εκτόνωσης σε αρκετά σημεία, κυρίως στα υψηλότερα σημεία του συστήματος,
2. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης απαιτούν συχνή πλήση των πρωτευόντων και πλευρικών αγωγών, ειδικότερα κατά την διάρκεια των 6 πρώτων ωρών της λειτουργίας τους και,
3. επειδή το ριζικό σύστημα των φυτών που αρδεύονται με υπόγεια στάγδην άρδευση είναι βαθύτερα, η λίπανση των καλλιεργειών καθίσταται ιδιαιτέρως σημαντική από την στιγμή που το ριζικό σύστημα επεκτείνεται σε έδαφος με έλλειψη αρκετών θρεπτικών στοιχείων (J.Phene, 1999)

3.3 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος ή επιφανειακής στάγδην άρδευσης υπόγειας, με έμφαση σε αυτά της υπόγειας είναι:

1. Το σύστημα στάγδην άρδευσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σχεδόν τους τύπους εδαφών, καθώς και σε αγρούς με πολυγωνικό σχήμα ή ανώμαλη τοπογραφία.
2. Πλεονεκτεί σε περιοχές όπου το νερό που διατίθεται για την άρδευση είναι λιγοστό ή πολύ ακριβό. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευσης βελτιώνεται.
3. Συμβάλλει στην μείωση της αλατότητας στην περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος.
4. Είναι δυνατό με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος να παραμένουν στον αγρό ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Στην υπόγεια δε τοποθέτηση των σταλακτοφόρων αγωγών, όλη η επιφάνεια του αγρού παραμένει ξηρή.
5. Συνέπεια του προηγούμενου είναι και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου των ζιζανίων μιας και αυτά μειώνονται λόγω έλλειψης

υγρασίας ή καταπολεμούνται όπου χρειάζεται έγκαιρα με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχάνημα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Σημαντικό γεγονός όμως είναι και η μείωση της εμφάνισης ασθενειών που ευνοούνται από την υγρασία στην επιφάνεια του εδάφους και γενικότερα στο περιβάλλον του φυτού..

6. Έχει αποδειχθεί πολύ καλή ποιότητα και παραγωγή των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης και σε συγκρίσεις της επιφανειακής με την υπόγεια φαίνεται να υπερέχει η δεύτερη.

3.4 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμφανίζονται στο σύστημα υπόγειας ή επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι:

1. Υψηλό κόστος. Ένα μέρος του κόστους αποτελεί η κύρια επένδυση η οποία χρησιμοποιείται για αρκετά έτη και ένα μέρος είναι ετήσιο.
2. Οι σταλάκτες μπορούν εύκολα να φράξουν από άλγη, βούρκο ή άλλα σωματίδια του εδάφους.
3. Απαιτείται η επιλογή ζιζανιοκτόνων που δεν χρειάζονται υγρασία (άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή) για να ενεργοποιηθούν, μιας και με το σύστημα στάγδην άρδευσης μέρους του εδάφους ή όλη η επιφάνεια παραμένει ξηρή.
4. Απαιτείται επιπλέον άρδευση φυτρώματος μιας και με το σύστημα στάγδην άρδευσης μέρος ή ολόκληρο το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, οπότε δεν παρέχεται η αναγκαία υγρασία για το φύτευμα των σπόρων.
5. Πρέπει να προγραμματίζεται η επαναχρησιμοποίηση των σταλακτηφόρων αγωγών για να μειώνονται οι δαπάνες εφαρμογής του συστήματος. Όσον αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόνιμα στον αγρό αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα έως και 20 έτη (J.Payero et.al, 2005).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Εισαγωγή

Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του φυτού της στέβιας σχεδιάστηκε και εγκαταστάθηκε σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης με δόση άρδευσης ίση με το 100% της διαθέσιμης υγρασίας εδάφους και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κλιματικών και εδαφικών παραμέτρων καθώς και δειγματοληψίες φυτικού υλικού από τον πειραματικό αγρό.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στο σχεδιασμό του πειράματος, στις καλλιεργητικές φροντίδες και στις μεταβλητές που πρέπει να μετρηθούν για την αξιολόγηση της άρδευσης.

4.2 Στοιχεία του πειραματικού αγρού

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο χώρο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο (Γεωγραφικό πλάτος 39° 23', γεωγραφικό μήκος 22° 45') κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2012. Σύμφωνα με την εδαφική ανάλυση και ταξινόμηση που έγινε από το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών, το έδαφος είναι πηλώδες και ανήκει στην υποομάδα των Typic Xerofluent των Entisols (Ι. Μήτσιος, 2000).

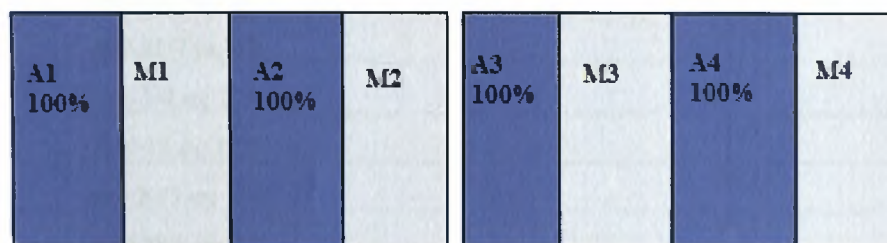


4.2.1: Πειραματικός αγρός

4.3 Σχεδιασμός πειραματικού αγρού

Μετά την πραγματοποίηση των κατάλληλων εργασιών στον αγρό έτσι ώστε να είναι έτοιμος για την διεκπεραίωση του πειράματος πραγματοποιήθηκε η χάραξη του. Η χάραξη πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα πειραματικά τεμάχια να έχουν ακριβώς την ίδια έκταση και να απέχουν από το γειτονικό πειραματικό τεμάχιο 1.00m. Η κάθε επανάληψη είχε πλάτος 3,5m και 6m μήκος, η οποία περιελάμβανε 6 σειρές φυτών στέβιας.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με δύο μεταχειρίσεις επιφανειακής στάγδην άρδευσης και τέσσερις επαναλήψεις μαζί με τον μάρτυρα. Η τυχαιοποίηση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την εφαρμογή πινάκων τυχαιοποιημένων διψήφιων αριθμών (Κ.Φασούλας, 1991; Α.Φωτιάδης, 1996). Ο αγρός ήταν όπως φαίνεται παρακάτω:



Στα μπλε τεμάχια (A1,A2,A3,A4) εφαρμόστηκε άρδευση 100%, ενώ τα γκρι τεμάχια (M1,M2,M3,M4) αποτελούσαν την καλλιέργεια με μηδενική άρδευση.

Η ποσότητα νερού άρδευσης που εφαρμόζονταν σε κάθε άρδευση ελέγχονταν και καταγράφονταν μέσω υδρομετρητών. Τα υδρόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν συνολικά 4 στον πειραματικό αγρό με 100% άρδευση, δηλαδή 1 σε κάθε επανάληψη. Οι υδρομετρητές συνδέονταν στον δευτερεύοντα αγωγό μεταφοράς στο σημείο υδροληψίας της κάθε επανάληψης. Η καταγραφή των ποσοτήτων νερού που χορηγούνταν σε κάθε επανάληψη γίνονταν πριν και μετά το τέλος της κάθε άρδευσης ενώ πραγματοποιούνταν σύγκριση της συνολικής ποσότητας νερού που κατέγραψαν όλοι οι υδρομετρητές με την ποσότητα που κατέγραψε ο κεντρικός υδρομετρητής στην κεφαλή ελέγχου. Οι μετρήσεις γινόνταν από τις δύο μεσαίες σειρές για τη μείωση του πειραματικού σφάλματος απ' τα διπλανά πειραματικά τεμάχια. Στον παρακάτω πίνακα 4 φαίνονται οι εβδομαδιαίες μετρήσεις της άρδευσης.

Πίνακας 4: Εβδομαδιαίος Μ.Ο. άρδευσης καλλιέργειας

Ημερομηνία	Μ.Ο Εβδομαδιαίας δόσης άρδευσης στο 100% της ET (mm)
Από 29/4 ως 4/5	25,70
Από 5/5 ως 11/5	26,66
Από 12/5 ως 18/5	26,45
Από 19/5 ως 26/5	27,95
Από 27/5 ως 2/6	30,45
Από 3/6 ως 9 /6	25,51
Από 10/6 ως 17/6	27,48
Από 18/6 ως 24/6	28,64
Από 25/6 ως 30/6	27,97
Από 1/7 ως 7/7	26,75
Από 8/7 ως 14/7	26,55
Από 16/7 ως 21/7	27,55
Από 22/7 ως 28/7	27,07
Από 29/7 ως 4/8	27,43
Από 5/8 ως 11/8	27,15
Από 12 ως 19/8	26,82
Από 20/8 ως 27/8	26,93
Από 28/8 ως 3/9	27,13
Από 3/9 ως 10/9	26,12
Από 11/9 ως 18/9	27,50
Από 19/9 ως 26/9	28,78
Από 27/9 ως 30/9	26,41

Η συνολική ποσότητα νερού για την καλλιέργεια έφτασε τα 598,95mm. Στην ποσότητα αυτή όμως είναι και το νερό της βροχής το οποίο ήταν 138,80mm. Συνεπώς, η ποσότητα του νερού άρδευσης ήταν 460,15mm.

4.4 Εδαφική υγρασία

Βασικό κριτήριο για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά το χρόνο και τη δόση εφαρμογής του αρδευτικού νερού σε μια καλλιέργεια αποτελεί ο προσδιορισμός της εδαφικής υγρασίας. Λόγω του ότι οι τιμές αυξομειώνονται με την πάροδο του χρόνου ως αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων, ο προσδιορισμός της υγρασίας του εδάφους καθίσταται αντιπροσωπευτικός μόνο κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας.

Οι μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας διαχωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες. Για την άμεση μέτρηση χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι όπως είναι η σταθμική, του φωτιστικού οινόπνευματος και άλλες, καθώς επίσης και κατάλληλα όργανα όπως είναι τα λυσίμετρα. Ο προσδιορισμός της μπορεί να γίνει και έμμεσα, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ αυτής και κάποιας άλλης ιδιότητας του εδάφους όπως γίνεται στις μεθόδους μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης, σκεδασμού νετρονίων, τασιμέτρων και T.D.R. (Time Domain Reflectory).

Η εδαφική υγρασία μπορεί άμεσα να προσδιοριστεί στο εργαστήριο με την θερμοβαρυτική μέθοδο. Κατά τη διαδικασία προσδιορισμού ένα δείγμα εδάφους με την περιεχόμενη υγρασία ζυγίζεται και τοποθετείται σε κλίβανο σε θερμοκρασία 105°C. Μετά την ξήρανσή του στον κλίβανο το δείγμα ξαναζυγίζεται. Η διαφορά βάρους των δύο ζυγίσεων αντιπροσωπεύει την εδαφική υγρασία, που υπολογίζεται σαν ποσοστό ξηρού βάρους με την σχέση

$$SM (\%D.W) = 100 (W_w - W_d) / W_d$$

Όπου SM είναι η εδαφική υγρασία και W_w και W_d είναι αντίστοιχα το βάρος του υγρού και του ξηρού εδαφικού δείγματος. (Γ.Τερζίδη κ.ά., 1997)

4.5. Συσκευή προσδιορισμού του δείκτη φυλλικής επιφανείας (LAI)

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας εκφράζει την ανάπτυξη μιας καλλιέργειας, πράγμα το οποίο έγκειται στο γεγονός ότι ο προσδιορισμός του ποσοστού αφομοίωσης νερού και θρεπτικών στοιχείων σε ένα φύλλο απαιτεί την ακριβή μέτρηση της επιφανείας του. Η μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας γίνεται με τη χρήση ενός οργάνου του οποίου η εμπορική ονομασία είναι LI-COR.

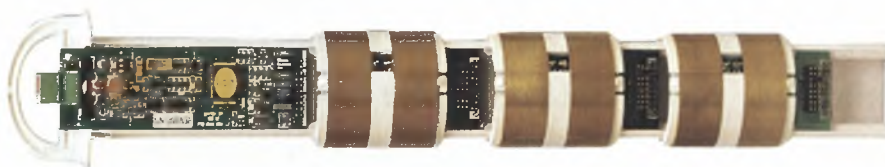
Η λειτουργία του οργάνου αυτού συνίσταται στη διοχέτευση ακτινοβολίας στην επιφάνεια του φύλλου, μέσω ενός οπτικού αισθητήρα ο οποίος έχει πεδίο δράσης 148°. Η χρήση του LI-COR παρέχει τη δυνατότητα της αυτόματης καταγραφής και αποθήκευσης των δεδομένων στη μονάδα ελέγχου, συμβάλλοντας στην ευκολότερη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων. Με την τεχνική αυτή ο ενδιαφερόμενος έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να κάνει γρήγορες μετρήσεις του δείκτη, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής του φύλλου.



Εικόνα 4.5.1: συσκευή μέτρησης Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

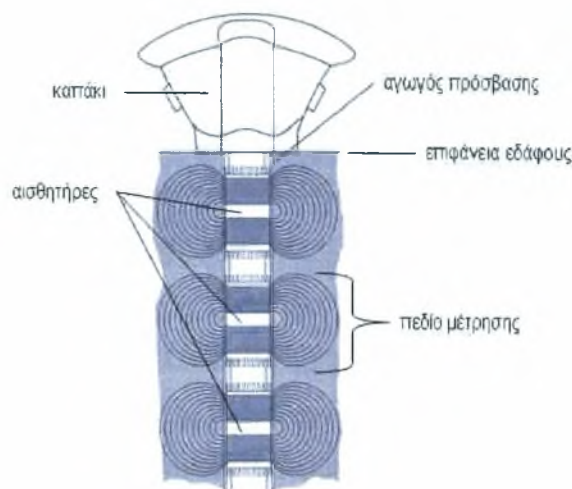
4.6 Αισθητήρας FDR

Στον αισθητήρα εισέρχονται κύματα ραδιοσυχνοτήτων για τη μέτρηση της χωρητικότητας του εδάφους. Το έδαφος λειτουργεί ως διηλεκτρική ολοκλήρωση ενός κυκλώματος πυκνωτή, η οποία αποτελεί μέρος ενός βρόχου ανάδρασης από ένα ταλαντωτή υψηλής συχνότητας, τρανζίστορ. Η συχνότητα κυμαίνεται ανάλογα με τον κατασκευαστή, αλλά είναι γενικά κοντά 150 MHz.



Εικόνα 4.6.1: Αισθητήρας FDR

Η χωρητικότητα του εδάφους που σχετίζονται με την διηλεκτρική σταθερά εξαρτάται από τη γεωμετρία του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από τα ηλεκτρόδια. Η διηλεκτρική σταθερά στη συνέχεια συνδέεται με την ογκομετρική περιεκτικότητα σε νερό. Δυο διαφορετικά είδη μέσων χρησιμοποιούν τεχνικές FDR, μια μέθοδος του σωλήνα και μια φορητού ανιχνευτή ώθησης.



Εικόνα 4.6.2: Τομή αισθητήρα FDR

Τύπος Σωλήνα

Ένας σωλήνας πρόσβασης υλικού PVC χρησιμοποιείται παρόμοια με τον ανιχνευτή νετρονίων στον οποίο τα ηλεκτρόδια κατεβαίνουν μέσα στο σωλήνα ώστε οι μετρήσεις να λαμβάνονται σε διάφορα βάθη. Είναι αναγκαίο να εξασφαλισθεί μια πολύ στενή εφαρμογή μεταξύ των τοιχωμάτων του σωλήνα πρόσβασης και του εδάφους για την εξασφάλιση αξιόπιστων τιμών. Διάκενα αέρος επηρεάζουν την διαδρομή του σήματος στο έδαφος. Βαθμονόμηση της ογκομετρικής περιεκτικότητας στο νερό του έδαφος είναι απαραίτητη για να εξασφαλίζεται η ακρίβεια. Εάν βαθμονομηθεί και εγκατασταθεί σωστά, η ακρίβεια του ανιχνευτή θα είναι καλή.

Μια άλλη παραλλαγή αυτής της τεχνολογίας είναι η χρήση μίας μόνιμης εγκατάστασης, η οποία μετρά σε πολλαπλά βάθη. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα καταγραφικά που κάνουν συχνές αναγνώσεις και αποθηκεύουν τα αποτελέσματα σε μια κεντρική συσκευή συλλογής δεδομένων (Terry Prichard).

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει από τεχνολογικής πλευράς σημαντικά πλεονεκτήματα. Δεν απαιτεί βαθμονόμηση και το σφάλμα στις μετρήσεις κυμαίνεται σε ποσοστό $\pm 6\%$, ενώ όταν γίνεται βαθμονόμηση με βάση τα χαρακτηριστικά του εδάφους στο οποίο χρησιμοποιείται περιορίζεται μόνο κατά 50% ($\pm 3\%$). Παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης με μετεωρολογικούς σταθμούς, προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές ενώ μπορεί να δεχτεί κάθε εξοπλισμό τηλεμετρίας.

Ακόμη, παρουσιάζει και πρακτικές ωφέλειες η εφαρμογή αυτού του συστήματος. Αναλυτικά:

- Αυξάνεται το κέρδος του παραγωγού λόγω αύξησης της παραγωγής και βελτίωσης της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.
- Μειώνεται το κόστος γιατί δεν απαιτείται επιπλέον εξοπλισμός.
- Αποτελεί ένα ευέλικτο σύστημα καταγραφής υγρασίας εδάφους ικανό να συνδυαστεί με τον κάθε εξοπλισμό που διαθέτει ο κάθε παραγωγός.
- Είναι αξιόπιστο και ακριβές.
- Μειώνει την απώλεια νερού άρδευσης λόγω βαθιάς διήθησης και την έκλυση θρεπτικών ουσιών.
- Μεγιστοποιεί τις επιστροφές χρημάτων.

(Delta-T Devices, 2007)

Το παραπάνω σύστημα χρησιμοποιήθηκε κατά την εκπόνηση του πειράματος για την καταγραφή της υγρασίας εδάφους.

4.7 Υπολογισμός άρδευσης

Για τον υπολογισμό της θεωρητικής δόσης άρδευσης (I_d) χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο:

$$I_d(mm) = \frac{(FC - PWP) * h * c * P * ASW}{10} \quad (4.1)$$

Όπου:

FC= Υδατοϊκανότητα (%)

PWP= Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (%)

h= Βάθος ριζοστρώματος (mm)

c= Όριο εξάντλησης υγρασίας

P=Ποσοστό διαβροχής (%)

ASW= Φαινόμενο Ειδικό Βάρος

FC=32% κ.ο. (μέση τιμή στα βάθη 0-30cm και 30-60cm)

PWP=21% κ.ο.(μέση τιμή στα βάθη 0-30cm και 30-60cm)

h = μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου

c=0,55

$$P=100\%$$

$$ASW= 1,36$$

Η κατώτατη τιμή εδαφικής υγρασίας η οποία δόθηκε στον αισθητήρα ήταν 26% και υπολογίστηκε ως εξής:

$$\text{Συνολικό νερό} = [(FC-PWP)/100] \cdot h = [(32-21)/100] \cdot 600 = 66 \text{ mm ή } m^3/\sigma\tau\rho.$$

$$\Sigma N \times c = [(FC-KOA)/100] \times h \Rightarrow 36,3 = [(32-KOA)/100] \times 600 \Rightarrow KOA = 32 - 6,05 = 25,95$$

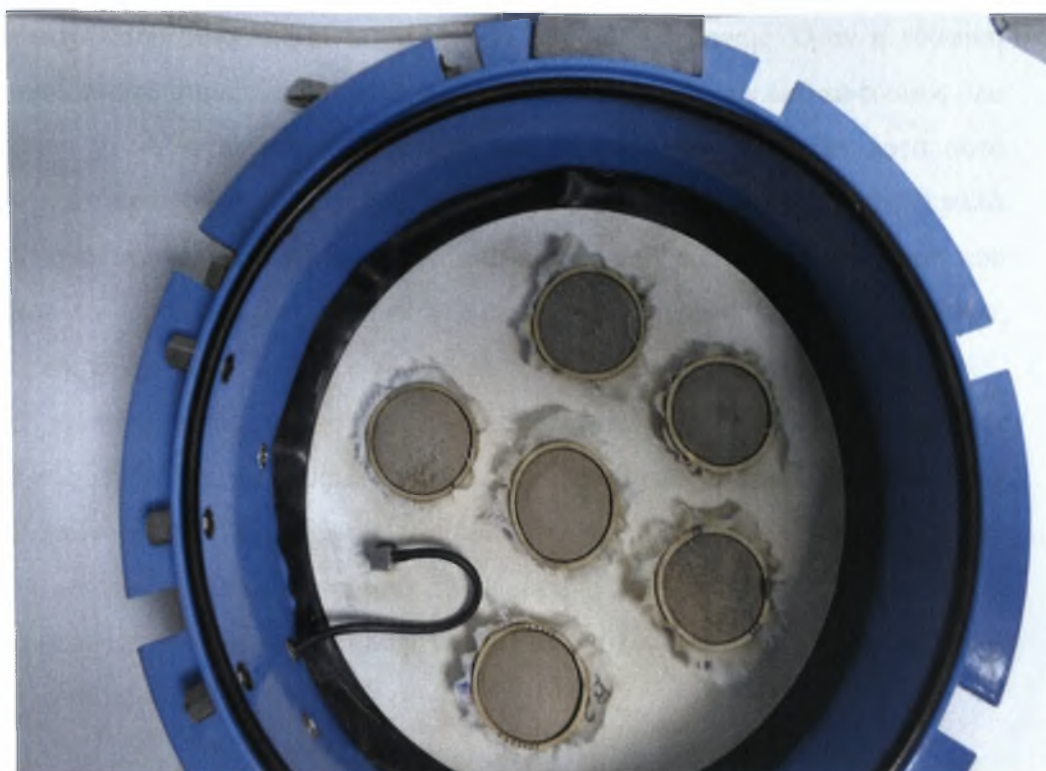
Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 19 αρδεύσεις σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Σαν υδατοϊκανότητα μπορεί να οριστεί η υγρασία που συγκρατεί ένα βαθύ, ομοιόμορφο και καλά στραγγιζόμενο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου νερού. Ειδικότερα, σαν υδατοϊκανότητα μπορεί να οριστεί το όριο εκείνο της εδαφικής υγρασίας στο οποίο η τιμή της ακόρεστης υδραυλικής αγωγιμότητας που αντιστοιχεί είναι τόσο μικρή ώστε πρακτικά να έχει πάψει κάθε ουσιαστική κίνηση νερού στο έδαφος, ανεξάρτητα από τις υφιστάμενες υδραυλικές κλίσεις.

Ο προσδιορισμός της υδατοϊκανότητας στο εργαστήριο έγινε με την χρήση της μηχανής RICHARDS και με δείγματα εδάφους από τον πειραματικό αγρό από όλες τις επαναλήψεις καθώς και από όλες τις μεταχειρίσεις .



Εικόνα 4.7.1: Συσκευή RICHARD μέτρηση υδατοϊκανότητας και σημείου μόνιμης μάρανσης



Εικόνα 4.7.2: Συσκευή RICHARD μέτρηση υδατοϊκανότητας και σημείου μόνιμης μάρανσης



Εικόνα 4.7.3: Συσκευή RICHARD μέτρηση υδατοϊκανότητας και σημείου μόνιμης μάρανσης.

Ενώ η υδατοϊκανότητα αποτελεί το πάνω όριο χρήσιμης για το φυτό υγρασίας, το αντίστοιχο κάτω όριο της είναι το σημείο μόνιμης μάρανσης. Όταν η εδαφική υγρασία φτάσει στο σημείο αυτό, τα φυτά δεν μπορούν να πάρουν από το έδαφος όλο το νερό που χρειάζονται για την κάλυψη των αναγκών τους για τον λόγο αυτό αρχίζουν και μαραίνονται. Το σημείο μόνιμης μάρανσης δεν είναι σταθερό αλλά εξαρτάται από την υφή και τη δομή του εδάφους, το είδος και την κατάσταση που βρίσκονται τα φυτά, τη συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Ο προσδιορισμός του σημείου μάρανσης στο εργαστήριο έγινε με την συσκευή της μεμβράνης πίεσεως. Στην οποία τοποθετήθηκαν δείγματα εδάφους πάνω σε μια ελάχιστη διαπερατή μεμβράνη και εφαρμόστηκε διαφορά πίεσης ίση με 15bar στους δυο χώρους πάνω και κάτω από την μεμβράνη. Η υγρασία που παρέμεινε στα δείγματα μετά την εφαρμογή της πίεσης μας δίνει το σημείο μόνιμης μάρανσης. (Ζ.Παπαζαφειρίου, 1999)

Σε περίπτωση που η άρδευση της πειραματικής καλλιέργειας γινόταν βάση της εξατμισοδιαπνοής των φυτών τότε οι υπολογισμοί θα ήταν οι ακόλουθοι:

Υπολογισμός της πρακτικής δόσης άρδευσης (I_d):

$$I_d \text{ (mm)} = I_d / 0,95 \quad (4.2)$$

Όπου 0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση.

Το ωριαίο ύψος βροχής (I_{dh}) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$I_{dh} = q * n / S_r * S_t \quad (4.3)$$

Όπου:

q = παροχή σταλάκτη (l/h)

S_r = ισοπαχή των γραμμών σποράς (mm)

S_t = ισοπαχή των φυτών επί την γραμμή σποράς (mm)

και n = αριθμός σταλακτήρων ανά φυτό

$$q = 4l / h$$

$$Sr = 600 \text{ mm}$$

$$St = 300 \text{ mm}$$

και

$$n = St / 2 Se \quad (4.4)$$

Όπου:

Se = ισοπαχή σταλακτήρων

Ο αριθμός 2 αναφέρεται στην τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής (σειρά παρά σειρά).

$$Se = 330 \text{ mm}$$

Επομένως $n = 0,45$ σταλάκτες ανά φυτό

$$\text{και } Idh = 10 \text{ mm} / h$$

Τέλος η διάρκεια άρδευσης υπολογίζεται από την σχέση:

$$It(h) = Ida / Idh \quad (4.5)$$

Για τον υπολογισμό του εύρους άρδευσης χρησιμοποιούμε την σχέση:

$$Ir(d) = Id / ETd \quad (4.6)$$

Όπου:

ETd = μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (mm)

Πίνακα 5: Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

	FC % κ.β.	PWP % κ.β.	ΦΕΒ g/m ³	h m	c	p	f1	f2	Eo mm/ημ
ΜΑΙΟΣ	23,53	15,44	1,36	0,20	0,55	1	0,5	0,55	5,06
ΙΟΥΝΙΟΣ	23,53	15,44	1,36	0,50	0,55	1	0,8	0,70	5,70
ΙΟΥΛΙΟΣ	23,53	15,44	1,36	0,70	0,55	1	1,0	0,95	6,36
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	23,53	15,44	1,36	0,90	0,55	1	0,9	0,85	4,86

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παραπάνω Πίνακα 5. Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρδευσης με θεωρητικό τρόπο, βασιζόμενο στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, παρά μόνο για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης, διότι αφενός η ημερήσια εξάτμιση κατά τη διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή, και αφετέρου η δόση άρδευσης καθορίζονταν από αισθητήρα μέτρησης εδαφικής υγρασίας.

Πίνακας 6: Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης.(Σακελλαριου,1993).

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ
Διαθέσιμη υγρασία $\Delta.Y.=[(FC- PWP)/100]*\Phi EB,$ % κ.ο.	11	11	11	11
Θεωρητική δόση άρδευσης $Id= \Delta.Y.*h*c*p,$ mm ή m ³ /στρ.	12,10	30,25	42,35	54,45
Πρακτική δόση άρδευσης $Ida= Id/0,95$ mm ή m ³ /στρ. (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	12,73	31,84	44,58	57,31
Ωριαίο ύψος βροχής $Idh= (q*n) / (St*Sr),$ mm/h	10	10	10	10
Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή $ETd= Eo*f1*f2,$ ημέρες	1,39	3,19	6,04	3,71
Εύρος άρδευσης $Ir=Id/ETd$	8,70	9,48	7,01	14,67
Διάρκεια άρδευσης $It=Ida/Idh,$ h	1h 16' 12''	3h 01' 00''	4h 13' 05''	5h 26' 24''

5.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Κλιματικά δεδομένα

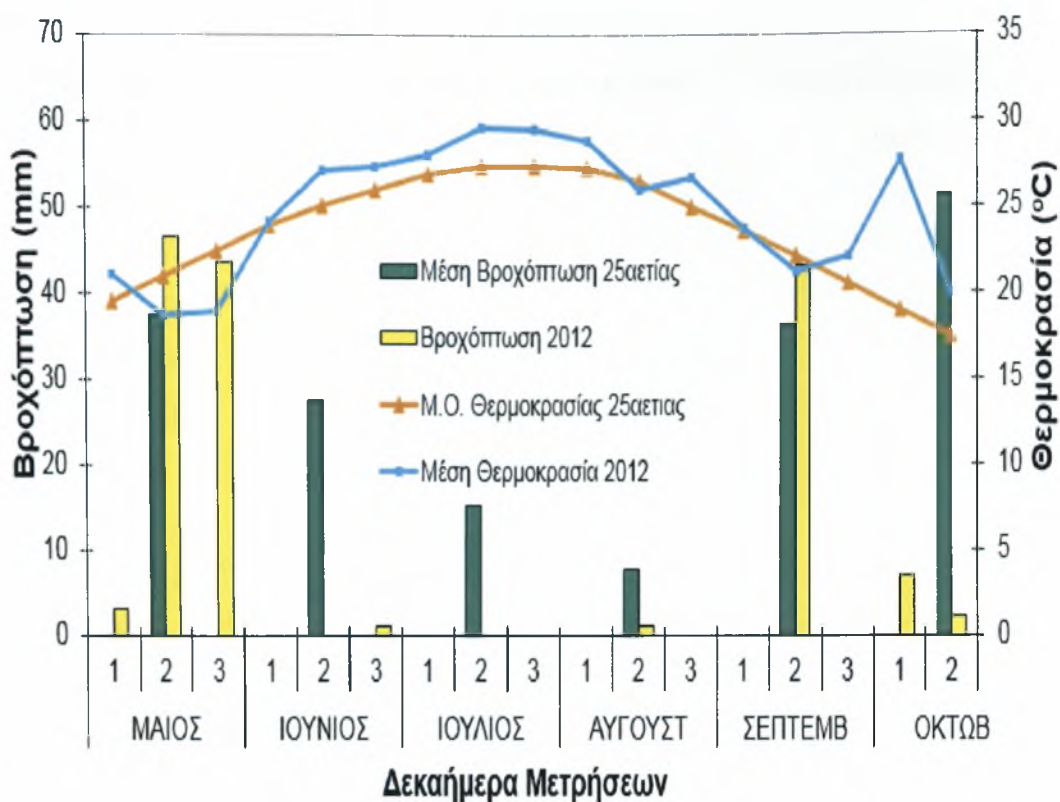
Στο γράφημα 5.1 παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα και βροχόπτωση), που επικράτησαν καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (από 11/05 έως και 04/10/2012) στο Βελεστίνο. Παράλληλα πραγματοποιείται η σύγκριση τους με τις μέσες κλιματικές τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης της τελευταίας 25ετίας για την υπό μελέτη περιοχή.

Η καλοκαιρινή περίοδος του 2012 χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές τιμές βροχόπτωσης για τους μήνες, Μάιο και Σεπτέμβριο ενώ αντίθετα για τους υπόλοιπους μήνες (Ιούλιο, Αύγουστο και Οκτώβριο) παρατηρούμε κατά πολύ χαμηλότερες τιμές βροχόπτωσης από τις αντίστοιχες τιμές της 25ετίας.

Στον πίνακα 7 συγκρίνονται οι θερμοκρασίες που επικράτησαν την καλλιεργητική περίοδο του 2012 με τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.

Πίνακας 7. Σύγκριση των τιμών της βροχόπτωσης για την καλλιεργητική περίοδο του 2012 με αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.

	10-ΗΜΕΡΑ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
		Av 25 years	2012	Av 25 year	2012
ΜΑΙΟΣ	1	0,00	3,20	19,50	21,15
	2	37,50	46,50	21,00	18,70
	3	0,00	43,50	22,50	18,98
ΙΟΥΝΙΟΣ	1	0,00	0,00	23,90	24,14
	2	27,40	0,00	25,10	27,11
	3	0,00	1,20	26,00	27,31
ΙΟΥΛΙΟΣ	1	0,00	0,00	26,90	28,02
	2	15,30	0,00	27,40	29,64
	3	0,00	0,00	27,30	29,49
ΑΥΓΟΥΣΤ	1	0,00	0,00	27,20	28,83
	2	7,80	1,20	26,50	26,02
	3	0,00	0,00	25,00	26,72
ΣΕΠΤΕΜΒ	1	0,00	0,00	23,60	23,70
	2	36,30	43,20	22,10	21,21
	3	0,00	0,00	20,60	22,15
ΟΚΤΩΒ	1	0,00	7,20	19,00	27,71
	2	51,20	2,40	17,50	19,93
	3				



Γράφημα 5.1. Μέση βροχόπτωσης 25ετίας και βροχόπτωσης 2012.

Οι θερμοκρασίες του αέρα ήταν ηπιότερες σε σχέση με την προηγούμενη 25ετία. Αντίθετα με τις τιμές των θερμοκρασιών, οι τιμές των βροχοπτώσεων για τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο ήταν σχετικά μεγαλύτερες έναντι των αντίστοιχων τιμών των βροχοπτώσεων της 25ετίας.

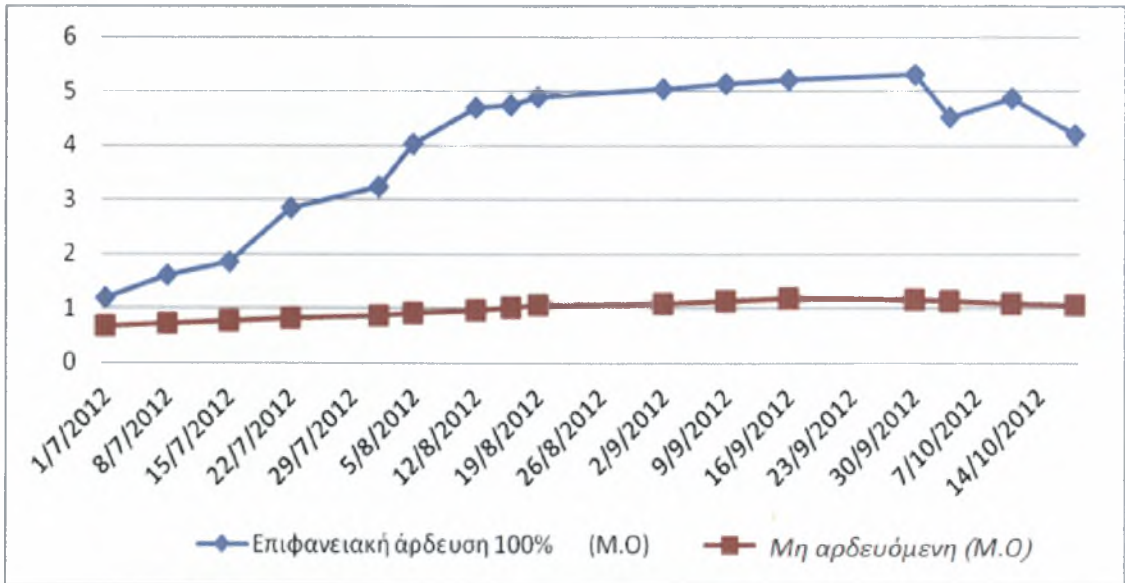
Αντίθετα οι βροχοπτώσεις για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Οκτώβριο ήταν κατά πολύ χαμηλότερες από αυτές της εικοσιπενταετίας. Όπως προκύπτει λοιπόν το καλοκαίρι του 2012 ήταν πιο ξηρό σε σχέση με το μέσο όρο της 25ετίας. (C. Paranikolaou et.al, 2012)

5.2 Δείκτης φυλλικής επιφανείας (LAI).

Στον πίνακα 8 παρουσιάζεται η εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) της καλλιέργειας της στέβιας για τις δυο μεταχειρίσεις. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από 01/07/2012 έως 18/10/2012. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 16 μετρήσεις.

Πίνακας 8: Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

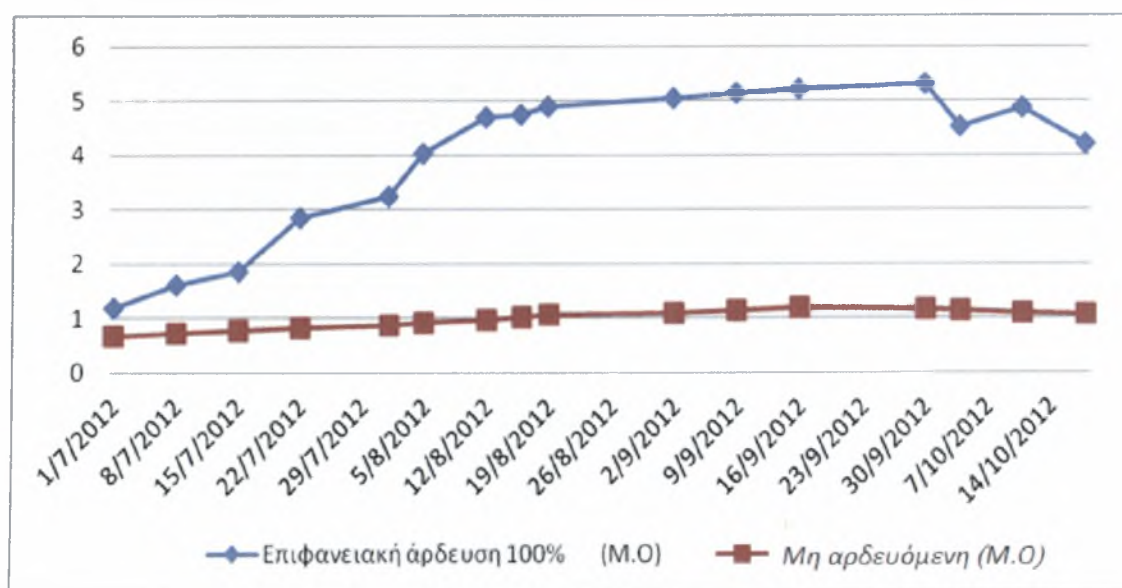
Ημερομηνία	Επιφανειακή άρδευση 100% (Μ.Ο)	Μηδενική άρδευση (Μ.Ο)
1/7/2012	1,18	0,66
8/7/2012	1,6	0,71
15/7/2012	1,85	0,78
22/7/2012	2,85	0,82
1/8/2012	3,23	0,87
5/8/2012	4,04	0,92
12/8/2012	4,7	0,97
16/8/2012	4,75	1,02
19/8/2012	4,9	1,06
2/9/2012	5,03	1,10
9/9/2012	5,15	1,15
16/9/2012	5,22	1,20
30/9/2012	5,31	1,17
4/10/2012	4,52	1,14
11/10/2012	4,87	1,09
18/10/2012	4,2	1,06



Γράφημα 5.2: Εξέλιξη του ΔΦΕ στην καλλιέργεια της στέβιας

Πίνακας 8: Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Ημερομηνία	Επιφανειακή άρδευση 100% (Μ.Ο)	Μηδενική άρδευση (Μ.Ο)
1/7/2012	1,18	0,66
8/7/2012	1,6	0,71
15/7/2012	1,85	0,78
22/7/2012	2,85	0,82
1/8/2012	3,23	0,87
5/8/2012	4,04	0,92
12/8/2012	4,7	0,97
16/8/2012	4,75	1,02
19/8/2012	4,9	1,06
2/9/2012	5,03	1,10
9/9/2012	5,15	1,15
16/9/2012	5,22	1,20
30/9/2012	5,31	1,17
4/10/2012	4,52	1,14
11/10/2012	4,87	1,09
18/10/2012	4,2	1,06



Γράφημα 5.2: Εξέλιξη του ΔΦΕ στην καλλιέργεια της στέβιας

Όπως παρατηρείται οι τιμές του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας στη μεταχείριση με 100% άρδευση διαφέρουν σημαντικά με αυτές της καλλιέργειας με μηδενική άρδευση. Επισημαίνεται ότι οι μέγιστες τιμές και για τις δυο μεταχειρίσεις παρατηρήθηκαν τον μήνα Σεπτέμβριο, πιο αναλυτικά στην αρδευόμενη έκταση στις 30/9/2012 με τιμή 5,31 ενώ στην έκταση χωρίς επιπλέον νερό στις 16/9/2012 με τιμή μόλις 1,2. Η ποσοστιαία διαφορά των δύο τιμών ανήλθε σε 77,4%. Στο γράφημα 5.2 παρατηρείται μία αύξηση του LAI κατά την 11/10/2012. Η εν λόγω τιμή παρατηρήθηκε πιθανόν λόγω τυχαίου γεγονότος.

Στη μεταχείριση με 100% άρδευση παρατηρήθηκε ότι η τιμή LAI ήταν μεγαλύτερη από 3 για 79 ημέρες και συγκεκριμένα από 1/8/2012 μέχρι και 18/10/2012. Αυτό σημαίνει ότι τα φυτά μας βρίσκονταν σε πλήρη παραγωγική διαδικασία καθόλη τη διάρκεια αυτών των ημερών. Σημαντική παρατήρηση είναι ότι και για τις δύο μεταχειρίσεις μετά το πέρας του ανώτερου σημείου τα φύλλα εισέρχονται στο στάδιο την γήρανσης.

Πίνακας 9: Στατιστική ανάλυση ΔΦΕ

	Επιφανειακή άρδευση 100% (Μ.Ο)	Μηδενική άρδευση (Μ.Ο)
Μέσος	3,96	2,02
Διακύμανση	1,91	0,76
Μέγεθος δείγματος	16	16
Διάμεση διακύμανση	1,34	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	30	
t	4,73	
P(T<=t) μονόπλευρη	2,48E-05	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,69	
P(T<=t) δίπλευρη	4,96E-05	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,04	

Βάση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση συμπεραίνεται ότι τα δύο δείγματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

5.3 Ύψος φυτών

Στον παρακάτω πίνακα 10 φαίνονται οι μέσοι όροι ύψους φυτών ανά μεταχείριση.

Πίνακας 10: Εβδομαδιαίες μετρήσεις (Μ.Ο) του ύψους των φυτών

Ημερομηνία	Μη αρδευόμενη Μ.Ο	Επιφανειακή 100% Μ.Ο
3/6/2012	0,125	0,365
10/6/2012	0,135	0,42
17/6/2012	0,155	0,48
24/6/2012	0,165	0,56
1/7/2012	0,18	0,65
8/7/2012	0,185	0,685
15/7/2012	0,21	0,76
22/7/2012	0,23	0,84
29/7/2012	0,24	0,91
5/8/2012	0,25	0,99
12/8/2012	0,265	1,05
19/8/2012	0,27	1,11
27/8/2012	0,285	1,17
2/9/2012	0,29	1,23
9/9/2012	0,305	1,29
22/9/2012	0,31	1,36

Παρατηρείται ότι για την μη αρδευόμενη καλλιέργεια η μέγιστη τιμή στον μέσο όρο των εβδομαδιαίων μετρήσεων δεν ξεπέρασε τα 0,31m, με μέγιστη τιμή τα 0,45m. Ενώ στην επιφανειακή στάγδην άρδευση 100% η μέγιστη τιμή του μέσου όρου ύψους φυτών ήταν 1,36m, με την μέγιστη τιμή του φυτού να φτάνει τα 1,47m.

Πίνακας 11: Στατιστική ανάλυση ύψους φυτών

	Επιφανειακή άρδευση 100% (Μ.Ο)	Μηδενική άρδευση (Μ.Ο)
Μέσος	0,86	0,22
Διακύμανση	0,10	0,00376
Μέγεθος δείγματος	16	16
Διάμεση διακύμανση	0,05	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	30	
t	7,82	
P(T<=t) μονόπλευρη	4,96E-05	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,69	
P(T<=t) δίπλευρη	9,93E-05	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,04	

Βάση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση συμπεραίνεται ότι τα δύο δείγματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

5.4. Δευτερεύοντες κλάδοι φυτών

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αριθμών των δευτερευόντων κλάδων του φυτού για τις δυο μεταχειρίσεις καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2012 στο Βελεστίνο.

Πίνακας 12 : Μετρήσεις συνολικού Μ.Ο. του αριθμού δευτερευόντων κλάδων.

Ημερομηνίες	Μη αρδευόμενη (Μ.Ο)	Επιφανειακή άρδευση 100% (ΜΟ)
17/6/2012	3,3	7,6
15/7/2012	3,5	8,8
18/8/2012	3,5	9,8
10/9/2012	3,6	10,2

Όπως παρατηρείται με μία πρώτη ματιά οι μέσοι όροι των δευτερευόντων κλάδων μεταξύ των επαναλήψεων παρουσιάζουν μικρές διαφορές. Με μέγιστο αριθμό

δευτερευόντων κλάδων για κάθε επανάληψη τους 12. Ενώ ο μέγιστος αριθμός για τις επαναλήψεις της μη αρδευόμενης καλλιέργειας να είναι οι 4 κλάδοι.

Πίνακας 13: Στατιστική ανάλυση αριθμού δευτερευόντων κλάδων.

	Επιφανειακή άρδευση 100% (Μ.Ο)	Μη αρδευόμενη (Μ.Ο)
Μέσος	9,11	3,47
Διακύμανση	1,24	0,01583
Μέγεθος δείγματος	4	4
Διάμεση διακύμανση	0,63	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	6	
t	10,04	
P(T<=t) μονόπλευρη	2,82E-05	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,94	
P(T<=t) δίπλευρη	5,64E-05	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,44	

Βάση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση συμπεραίνουμε ότι τα δύο δείγματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της επίδρασης της επιφανειακής στάγδην άρδευσης με τη μέθοδο FDR στην παραγωγική διαδικασία του φυτού της στέβιας σε πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

ΥΨΗ ΦΥΤΩΝ

- ❖ Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% παρουσίασε την μεγαλύτερη ανάπτυξη με μέγιστη τιμή ύψους να φτάνει το 1,47m.
- ❖ Η μη αρδευόμενη έκταση εμφανώς είχε την μικρότερη ανάπτυξη σε ύψος, το οποίο έφτασε σε μέγιστη τιμή μόλις τα 0,45 m.
- ❖ Μέσω της στατιστικής ανάλυσης των τιμών ύψους φυτού επιβεβαιώθηκε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$).
- ❖ Η ποσοστιαία διαφορά του μέγιστου ύψους των δυο μεταχειρίσεων φτάνει το 69,40%.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (LAI)

- ❖ Στη μεταχείριση με 100% άρδευση παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές του ΔΦΕ με μέγιστη τιμή 5,31.
- ❖ Στη μη αρδευόμενη, η μέγιστη τιμή του ΔΦΕ έφτασε το 1,2.
- ❖ Μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$).
- ❖ Η ποσοστιαία διαφορά των μέγιστων τιμών των δυο μεταχειρίσεων φτάνει το 77,4%.

ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ ΚΛΑΔΟΙ ΦΥΤΩΝ

- ❖ Στη μεταχείριση 100% άρδευση παρατηρήθηκαν περισσότεροι δευτερεύοντες κλάδοι. Ο μέγιστος αριθμός αυτών έφτασε τους 12.
- ❖ Στην μη αρδευόμενη παρουσιάστηκαν μειωμένοι δευτερεύοντες κλάδοι, το σύνολο των οποίων δεν ξεπέρασε τους 4.
- ❖ Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων ($P<0,05$).
- ❖ Η ποσοστιαία διαφορά των μέγιστων τιμών κλάδων των δύο μεταχειρίσεων φτάνει το 66,6%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζαχοκώστας Κ. Δ., Ζαχοκώστας Π. Κ., (2012) Οδηγός καλλιέργειας στέβια.
- Λόλας Π. Χ., (2009) Καλλιέργεια Στέβιας , Το φυτό, ιδιότητες, χρήσεις, Έρευνα στην Ελλάδα.
- Μήτσιος Ι.Κ., (2000) Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου.
- Μιχελάκης Ν., (1998) Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες.
- Παπαζαφειρίου Ζ. Γ., (1994) Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων.
- Παπαζαφειρίου Ζ. Γ., (1999) Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών.
- Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., 1996. *Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου*, σελ.: 62-77
- Τερζίδη Γ. Α. , Παπαζαφειρίου Ζ. Γ. , (1997) Γεωργική υδραυλική.
- Φασούλας Κ.Α., (1991) Στοιχεία πειραματικής στατιστικής.
- Φωτιάδης Α.Ν. (1996) Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barathi, V. (2003) Stevia- The calorie free sweetener. Natural Product Radiance. 2:120-122.
- Brandle, J. E. and Rosa, (1992) Heritability for yield, leaf: stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*, 72: 1263-1266.
- Columbus, M. (1997) The Cultivation of Stevia, Nature's Sweetener, p.4.
- Delta-T Devices Ltd, (2007) Food and Draw Irrigation Control with a GPI Logger Version 10.
- Donalisio, M.G., Duarte, F.R. and Souza, C.J. (1982) *Estevia (Stevia rebaudiana)* 34:65-68.
- Dwivedi, R. S. (1999) Unnurtured kai untapped sweet non-sacchariferous plant species in India. 76: 1454-1461.
- KUMUDA , (2006) Influence of plant growth regulators and nitrogen on regulation of flowering in stevia (*Stevia rebaudiana Bert.*).
- Lester, T. (1999) *Stevia rebaudiana*. Sweet leaf. 11:1.

- Lewis, W.H. (1982) Early uses of stevia rebaudiana (Asteraceae) leaves as a sweetener in Paraguay. 46:336-337.
- Papanikolaou C., Sakellariou-Makrantonaki M., (2012), The effect of an intelligent surface drip irrigation method on sorghum biomass, energy and water savings.
- Payero, J. Yonts C. D., Irmak S., Tarkalson D., Advantages and Disadvantages of Drip Irrigation 776: 1-7.
- Phene, J (1999), Subsurface drip irrigation Part I: Why and How?.
- Prichard T. L., Soil moisture measurement technology.
- Sakellariou-Makrantonaki M., Papalexis D., Nakos N., Kalavrouziotis I.K., (2007), Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece, 90 : 181 – 189.
- Yadav A. K., Singh S., Dhyani D., and Ahuja P. S., (2010) A review on the improvement of stevia [Stevia rebaudiana (Bertoni)], 91: 1-27.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. Στέβια ένα φυσικό γλυκαντικό (2009), EUFIC (European Food Information Council) <http://www.eufic.org/article/el/artid/stevia-natural-sweetener-potential-greek/> (Δεκέμβριος 2013)
2. Στέβια , ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια <http://el.wikipedia.org/wiki> (Ιανουάριος 2014)
3. Στέβια! Αντί για ζάχαρη; , ΕΘΝΟΣ.gr <http://www.ethnos.gr/article.asp?catid=22733&subid=2&pubid=42056949> (Δεκέμβριος 2013)
4. Στη στέβια επενδύουν οι νέοι αγρότες, (2013) econews.gr <http://www.econews.gr/2013/06/29/sunetairismos-stevia-101911/> (Δεκέμβριος 2013)
5. Στέβια, Megapharma , Σχέσεις γεμάτες ζωή... http://www.megapharma.gr/portal/products?page=shop.browse&category_id=260&vmcchk=1 (Ιανουάριος 2014)
6. Δώστε γλυκιά γεύση χωρίς να προσθέσετε ζάχαρη, (2014) , ONMED.GR . <http://www.onmed.gr/diatrofi/308735/doste-glukia-geusi-choris-na-prothesete-zachari/> (Φεβρουάριος 2014)
7. Αγνά μπαχαρικά FOTSI , <http://www.fotsi.gr> (Φεβρουάριος 2014)

8. Επιτραπέζιες γλυκαντικές ουσίες χωρίς θερμίδες, biostevia, <http://www.biostevia.gr/proionta-stevia/> (Φεβρουάριος 2014)
9. Nowfoods STEVIA Liquid Extract Υγρή Στέβια, Pharmacy4u.gr, <http://www.pharmacy4u.gr/nowfoods-stevia-liquid-extract-p-14614.html#.UzHceYV9Ibw> (Φεβρουάριος 2014)
10. Stevia Rebaudiana: Θα γλυκάνει τους καπνοπαραγωγούς μας;, (2011), ΕΗΡΟΜΕΡΟΝΕWS, <http://xiromeronews.blogspot.gr> (Μάρτιος 2014)
11. Στέβια: Η απάντηση στη ζάχαρη, Ευτύχης Μπλέτσας, <http://bletsas.gr/stevia/> (Μάρτιος 2014)
12. Στέβια: Μια νέα πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια, (2008), ΠΑΣΕΓΕΣ, <http://www.paseges.gr/el/news/Stebia:-Mia-nea-polla-yposhomenh-kalliergeia> (Μάρτιος 2014)
13. Η καλλιέργεια της στέβιας, (2012), Agro-Help.com, http://www.agro-help.com/2012/02/blog-post_04.html (Μάρτιος 2014)
14. Stevia serien, (2013), turboslank, <http://turboslank.dk/blog.html> (Μάρτιος 2014)
15. Στέβια: 300 φορές πιο γλυκιά απ' τη ζάχαρη- δεν παχαίνει-δεν προκαλεί τερηδόνα, (2012), YIORGOSTHALASSIS, http://yorgosthalassis.blogspot.com/2012/08/300_30.html (Μάρτιος 2014)
16. Stevija (Stevia rebaudiana), KPR, <http://www.kpr-eshop.eu/hr/stevia-rebaudiana/> (Μάρτιος 2014)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000122947